



PŘÍPRAVA A IN VITRO TESTOVÁNÍ ANTIFUNGÁLNÍHO FERMENTU NA BÁZI KYSELÉ ZAHUŠTĚNÉ SYROVÁTKY PRO PEKÁRENSKÉ ÚČELY

Vladimír Dráb¹, Ladislav Bár¹, Miloslava Kavková¹,
Dita Havelková²

¹ Výzkumný ústav mlékařský s.r.o., Tábor

² Zeelandia s.r.o., Malšice

PREPARATION AND IN VITRO TESTING OF ANTIFUNGAL FERMENT BASED ON ACID WHEY CONCENTRATED BY REVERSE OSMOSIS FOR BAKERY APPLICATIONS

Abstrakt

Tato práce ověřuje inovované postupy přípravy antifungálního fermentu na bázi kyselé, zahuštěné syrovátky s uplatněním mikrofiltračních a fermentačních technik. Antifungální efekt připravených syrovátkových fermentů byl testován *in vitro* vůči čtyřem druhům rychle rostoucích plísní vyskytujících se v pekárenských provozech a srovnáván s komerčně dostupnými přípravky určenými pro pekárenství. Za účelem dosažení požadovaných koncentrací antifungálních látek (k. propionová, mléčná a octová) v syrovátkovém fermentu byla oproti minulým studiím nově testována možnost použití dvoufázové fermentace v semikontinuálním provedení, kdy je (ve druhé fázi) již po 4 dnech dosaženo koncentrace k. propionové kolem 3 %. Ověřována byla také možnost semikontinuální fermentace neupravené (nemikrofiltrované) syrovátky přidávané do hotového propionového fermentu se stále aktivními propionibakteriemi. Tento postup se ukazuje být velmi přínosným z hlediska urychlení a zjednodušení celého procesu přípravy fermentu. V rámci *in vitro* testování bylo zjištěno, že dva komerční přípravky (XtendLife[®] a UpGrade[®]) neprokázaly žádný inhibiční účinek na růst a vývoj plísní. Přípravek Sapore Molderator[®] a oba testované fermenty naopak růstu mycelia zamezily.

Klíčová slova: koncentrovaná kyselá syrovátka, mikrofiltrace, fermentace, antifungální aktivita *in vitro*

Abstract

This study verifies innovative procedures for preparation of antifungal ferments based on acid whey concentrated by reverse osmosis by application of microfiltration and fermentation techniques. The antifungal effect of the prepared whey ferments was tested *in vitro* on four species of fast growing molds occurring in bakery plants. The antifungal effect of ferments was compared with commercially available antifungal products intended for bakery products. The possibility of using a two-phase fermentation in semi-continuous form has been newly tested in order to achieve the desired concentrations of antifungal agents (propionic, lactic and acetic acid) in whey ferment. As a result, we obtained a propionic acid concentration of about 3 % after four days (in the second phase of fermentation). The possibility of semi-continuous fermentation of untreated (non-microfiltered) whey added to the finished propionic ferment with still active propionibacteria was also verified. This procedure has proven to be very beneficial in terms of accelerating and simplifying the whole ferment preparation process. *In vitro* testing found that two commercial products (XtendLife[®] and UpGrade[®]) showed no inhibitory effect on mold growth and development. In contrast Sapore Molderator[®] and both tested ferments prevented mycelial growth.

Key words: concentrated acid whey, microfiltration, fermentation, antifungal activity *in vitro*

Úvod

V České Republice je v současné době již řada mlékáren vybavena nějakým zařízením využívající membránové technologie. Syrovátka obsahuje řadu látek, které je možno separovat pomocí nejrůznějších typů membrán a využít je přímo, nebo je převést pomocí různých fermentačních technik na produkty s vyšší přidanou hodnotou, využitelné např. při výrobě potravin. Tato práce ověřuje možnost využití kyselé zahuštěné syrovátky jako

substrátu pro získání antifungálního fermentu obsahující kyselinu propionovou, mléčnou a octovou s uplatněním mikrofiltračních a fermentačních technik.

Jedním z problémů při použití kyselé zahuštěné syrovátky obsahující kyselinu mléčnou, pro možnost další fermentace na kyselinu propionovou, je nutnost zajistit její správný průběh. Syrovátka z výroby sýrů nebo tvarohů, obsahuje velké množství mikroorganismů, které je zapotřebí odstranit pro zabránění mikrobiálního kažení. Nabízí se možnost použití tepelného ošetření, nebo membránových technologií. V případě tepelného ošetření mají především syrovátkové bílkoviny při teplotách nad 60 °C tendenci denarovat a srážet se (Parris a kol., 1991), což má za následek snížení nutriční a senzorycké kvality syrovátky (Jeličič a kol., 2008). Při testování mikrofiltrace (keramická membrána 0,2 µm) na syrovátce z výroby Mozzareilly byla retence mikroorganismů 100 %, nevýhodou bylo, že došlo k zadržení také 67 % bílkovin a 19,5 % laktózy (Rektor a kol., 2004). Při porovnání filtrace sladké syrovátky při 20, 40 a 50 °C keramickými membránami s velikostí pórů 0,1; 0,5 a 0,8 µm, byla dosažena nejvyšší redukce mikrobiálních počtů s 0,1 µm membránou při 50 °C (Barukčič a kol., 2014). Nejvyšší flux byl dosažen na všech membránách při 50 °C a nejnižší intenzita zanášení membrány při použití 0,5 µm membrány a teplotě 20 °C. V práci García a kol. (2012) jsou shrnuty výsledky dosažené při aplikaci mikrofiltrace pro odstranění mikroorganismů z mléčných proudů. Na základě všech výsledků je možno doporučit použití membrány o porozitě 0,5 µm jako optimální variantu z hlediska zachování nutriční hodnoty, minimalizace zanášení membrány a dosažení přijatelné mikrobiologické kvality sladké syrovátky. Pro mikrobiální úpravu kyselé, zahuštěné syrovátky byla v této práci použita mikrofiltrace s využitím keramických membrán o porozitě 0,8 µm.

Pekárenské produkty mohou být kontaminovány celou řadou plísní, z nichž nejhojnější zastoupení mají různé druhy rodu *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Eurotium* sp., *Fusarium* sp., *Neurospora* sp., *Fusarium* sp. a mnohé další. Tyto plísně nezpůsobují jen znehodnocení potravin, ale mohou představovat také určité zdravotní riziko pro pracovníky a konzumenty. Výskyt těchto plísní v pekárenských provozech není možné zcela eliminovat, neboť prostředí pekáren nemůže být s ohledem na technologii výrobku zcela sterilní. Konkrétní výskyt v pekárenských prostorách závisí dále na organizaci prostor, kvalitě a čistotě výchozích produktů a výroby a na prostředí, ve kterém se pekárna nachází. Kromě fyzikálních způsobů eradikace plísní lze také k jejich eliminaci využít fungální inhibitory na chemické bázi např. ethanol, kyselinu sorbovou, propionovou a octovou (Suhr a kol., 2004). Kyselina fenyloctová, mléčná a octová mohou být také produkty mikroorganismů a konzervační účinek je často výsledkem jejich synergického účinku (Lavermicocca a kol., 2003). Zmíněné organické kyseliny ovlivňují vývoj plísní tím, že okyselují buněčnou cytoplasmu a in-

hibují významné metabolické funkce. Efektivita protektivních přípravků nezáleží pouze na obsažených látkách, ale také na jejich pH a na tom, zda se nachází v disociované, či nedisociované formě (silnější účinek), a rovněž na vodní aktivitě média (Suhr a kol., 2004).

V současné době existují na trhu protektivní přípravky (např. Hi Shield P[®], HI-FOOD[®] S.p.A., Itálie; Inhibit FOG[®], Inhibit 2800[®], Mezzoni Foods, USA; XtendLife[®], Lessafre, Francie, UpGrade[®], KERRY Group inc. all, Kildare, Irsko; Sapore Molderator[®], PURATOS, Buckingham, UK. atd.), které na základě specifických účinků (většinou efekt organických kyselin v kombinaci s bakteriemi mléčného kvašení či kvasinkami) chrání pekárenské produkty před kontaminanty a zároveň prodlužují jejich životnost. Zásadní je při testování takovýto protektantů rozdíl v testování *in vitro* a v koncovém matrix ve výrobních podmínkách. Ve výsledku je také nutné respektovat regulační nařízení pro jednotlivé potraviny a státy v rámci EU.

V minulých studiích byl testován vliv syrovátkového fermentu s obsahem propionátu na růst a vývoj plísní a následně na trvanlivost toustového chleba s ohledem na plesnivění (Kavková a kol., 2017). V této práci je srovnáván antifungální efekt fermentů s obsahem propionátu a tří komerčních přípravků určených pro pekárství v *in vitro* testech vůči vybraným druhům plísní se schopností rychlé kolonizace substrátu.

Materiál a metody

Kyselá syrovátka

Základní surovinou pro vznik antifungálního fermentu byla kyselá syrovátka z výroby termotvarohu zahuštěná reverzní osmózou (konc. faktor ~ 3, Polabské mlékárny a.s., Poděbrady, ČR). Průměrné složení vstupní syrovátky (10 analýz) bylo v hlavních sledovaných parametrech následující: sušina 16,54 %; kyselina mléčná 23,40 g L⁻¹; laktóza 126,70 g L⁻¹; pH 4,34.

Mikrofiltrační a ultrafiltrační jednotka

Pro získání sterilního syrovátkového permeátu pro následnou fermentaci byla využívána pokusná mikrofiltrační jednotka MF/UF (MemBrain s.r.o., Stráž pod Ralskem, ČR). Membránový modul byl osazen třemi kusy mikrofiltračních keramických membrán ISOFLUX (TiO₂) o porozitě 0,8 µm a efektivní filtrační plochou 1,5 m². Každá tubulární membrána měla délku 1178 mm, průměr 25 mm a obsahovala 39 kanálek s vnitřním průměrem 2,5 mm (TAMI Industries s.a.s., Nyons, Francie).

Fermentor

K fermentaci kyselé, zahuštěné syrovátky (jejího MF permeátu) byl používán laboratorní fermentační komplet bioStar 1 (Gryf HB s.r.o., Havlíčkův Brod, ČR) s nerezovou fermentační nádobou o objemu 100 litrů. Ve fermentační nádobě je umístěno automaticky spínatelné míchadlo a dále sonda umožňující měření pH a teploty.

Nádoba dále obsahuje otvory sloužící pro odběr vzorků, zaočkování kulturou, dávkování činidla pro úpravu pH, příp. odvod vznikajících plynů přes PP filtr. Celý proces fermentace je řízen počítačem s ovládacím SW (Gryf XBP), který dále umožňuje záznam teploty, záznam a regulaci pH spínáním peristaltických čerpadel (max. 10 ml/min).

Příprava kultur

Kmeny pro fermentaci syrovátky

Kmen *Lactobacillus rhamnosus* VT-1 byl veden v MRS médiu a pro přípravu provozní kultury byl přeočkován do tohoto média 1 % inokula a kultivován při 30 °C 24 hodin. Pak byl přeočkován 2 % inokula do neutralizované, zahuštěné, kyselé syrovátky sterilované při 110 °C 20 minut a kultivován při 30 °C 48 hodin.

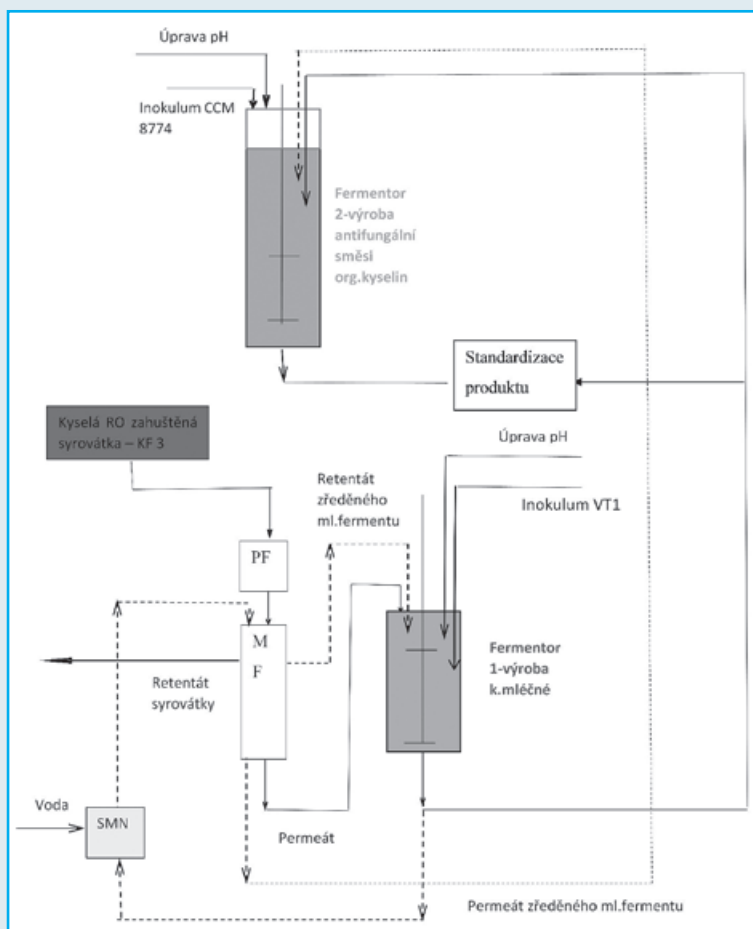
Kmen *Propionibacterium freudenreichii* CCM 8774 byl veden v YEL médiu. Pro přípravu matečné kultury byl přeočkován 2 % do 400 ml sterilní neutralizované, zahuštěné, kyselé syrovátky s přidavkem 2 % CaCO₃ a po 2 dnech kultivace při 30 °C byl přeočkován 5-10 % stejného substrátu. Kultivace provozní kultury probíhala podle požadavků 2 nebo 3 dny při 30 °C.

Kmeny pro testování antifungální aktivity

Pro testování antifungální aktivity syrovátkových fermentů na bázi k. propionové a mléčné byly vybrány následující druhy potravinářských plísní *Penicillium commune*, *Neurospora crassa*, *Aspergillus niger* a *Eurotium repens*. Kultivace základní testovací kultury probíhala na 2 % maltózovém agaru při 25 °C po dobu 5 dní.

Postup filtrace a příprava fermentačního média při dvofázové fermentaci

V první fázi byl připraven mléčný ferment z permeátu mikrofiltrované, kyselé syrovátky, pH syrovátky bylo před mikrofiltrací upraveno na hodnotu 5,5 pomocí 40 % NaOH (m/v). Mikrofiltrace byla prováděna se 100 litry syrovátky recirkulované při 30 °C za tlaku 200-300 kPa při vstupu na membránu. Před inokulací provozní kulturou *Lbc. rhamnosus* VT1 bylo pH upraveno na 6,5 pomocí NaOH. Pro udržení pH byly přidány 2 % sterilního CaCO₃ (m/v). V případě potřeby bylo pH průběžně udržováno na hodnotě cca 6,0 pomocí NaOH. Teplota byla udržována na hodnotě 30 °C. Po ukončení mléčného kvašení (ideálně po vyčerpání laktózy) a dosažení koncentrace k. mléčné 8-10 % byla část fermentu přečerpána do směšovací nádrže (SMN), kde byla smíchána s vodou tak, aby obsah k. mléčné ve vzniklé směsi byl nižší než 2 %. Alternativně byl použit hotový ferment, kde převážilo mléčné kvašení nad propionovým a obsah



Obr. 1 Schéma testované konfigurace dvofázové fermentace syrovátky na ferment obsahující antifungálně aktivní látky.

k. mléčné byl vyšší, než 6 % a obsah kyseliny propionové nižší, než 3 % (m/v). Tento výchozí substrát byl mikrofiltrován za stejných podmínek jako syrovátka a získaný permeát byl v druhém fermentoru zaočkován *Propionibacterium freudenreichii* CCM 8774 a doupraven přidáním sterilního CaCO₃. Zároveň byl pomocí peristaltického čerpadla dávkován průběžně neředěný mléčný ferment nebo hotový ferment. Po dosažení obsahu cca 3 % k. propionové ve fermentu bylo zahájeno kontinuální odčerpávání propionového fermentu. Rychlost dávkování a odčerpávání byla udržována na stejné hodnotě. Schéma testované konfigurace dvofázové fermentace syrovátky je znázorněno na obrázku 1.

Antifungální experiment in vitro

Spóry plísní byly ze základních kultur smyty fyziologickým roztokem s obsahem Tweenu (0,05 %). Suspenze byla pomocí kontrolního přepočtu v Neubauerově komůrce ředěna na koncentraci spór 1×10^5 konidií v 1 ml suspenze. 0,5 ml suspenze bylo kápnuto do středu Petriho misky (průměr 90 mm) a zalito kultivačním médiem (MEA, CZA). Po ztuhnutí média byly sterilním korkovrtem o průměru 10 mm vytlačeny v každé misce tři jamky. Každá jamka byla naplněna 1 ml fermentu či komerčního přípravku naředěného dle doporučení výrobce. Vývoj plísní a tvorba distančních zón kolem jamek byla pozor-

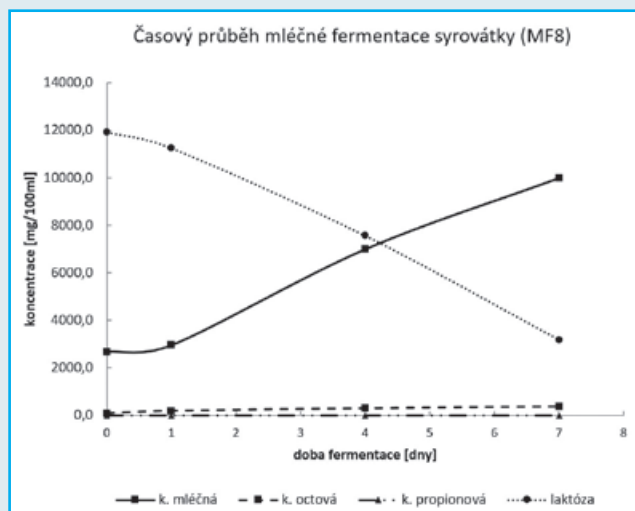
rována denně během pětidenní kultivace při teplotě 25 °C. Každá varianta měla 5 opakování a velikosti distančních zón byly zprůměrovány na Petriho misku. Misky byly ze spodní strany oskenovány a velikost inhibičních zón byla hodnocena analýzou obrazu za pomoci SW Scion Image verze 10.1. Byla hodnocena čistá plocha inhibiční zóny na Petriho miskách v mm². Rozdíly mezi plísňemi byly hodnoceny faktoriální analýzou variance (ANOVA, Statistica Soft., verze 12.0.). Velikost distanční zóny byla hodnocena s ohledem na faktory jako je kultivační médium (Malt Extrakt agar vs. Czapek-Dox agar), druh plísně a antifungální přípravky pro pekárenské účely (Saporo Molderator® (pH 6,3), Xtendlife® (pH 3,75), UpGrade W2® (pH 5,77), ferment MF9 a ferment MF10).

Výsledky a diskuse

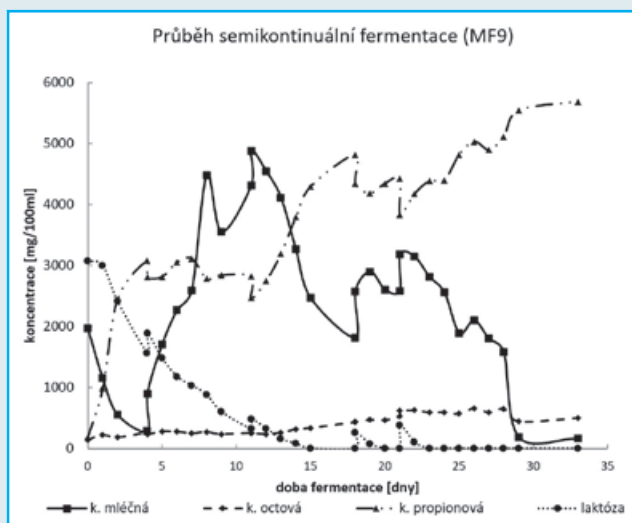
Dvoufázová fermentace v semikontinuálním provedení

První fáze fermentace je znázorněna na obrázku 2. Mikrofiltrovaná zahuštěná syrovátka je fermentována kmenem *Lbc. rhamnosus* VT1 po dobu 7 dní při 30 °C (fermentace MF8). Z časového průběhu je patrný rychlý nárůst koncentrace k. mléčné fermentací laktózy, kdy po 7 dnech je obecně dosaženo koncentrace kolem 10 %. To má za následek praktické zastavení fermentace. Hodnota pH připraveného mléčného fermentu se pohybuje kolem 4,5. Testována byla i možnost fermentace při 37 °C s obdobnými výsledky jako při 30 °C, kdy po 5 dnech fermentace bylo dosaženo koncentrace k. mléčné kolem 8 %. Vzniklý mléčný ferment byl naředěn vodou na cca 2 % k. mléčné a následně mikrofiltrován.

Ve druhé fázi fermentace byl upravený mléčný syrovátkový ferment použit jako substrát pro semikontinuální fermentaci (MF9) kmenem *Propionibacterium freudenreichii* CCM 8774 (dle postupu v kapitole Materiál a metody), jejíž časový průběh je znázorněn na obrázku 3. Proces fermentace byl ve fermentační nádobě o objemu



Obr. 2 Tvorba kyseliny mléčné během fermentace (MF8) kyselé zahuštěné syrovátky antifungálním kmenem *Lbc. rhamnosus* VT1 (první fáze fermentace).

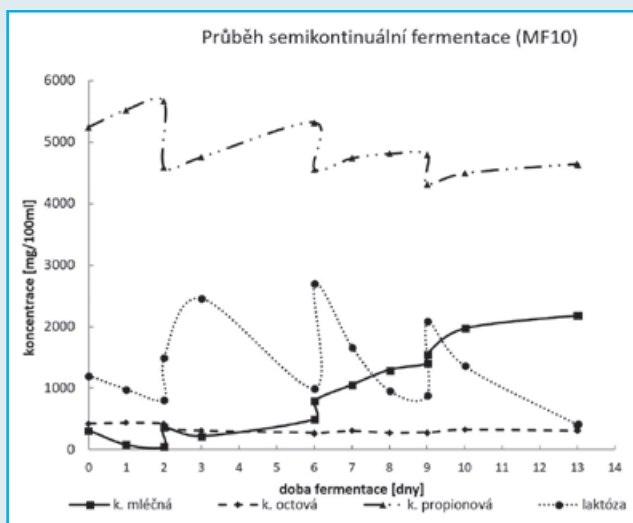


Obr. 3 Časový průběh semikontinuální fermentace (MF9) mléčného syrovátkového fermentu kmenem *Propionibacterium freudenreichii* CCM 8774 (druhá fáze fermentace). Ve 4, 11, 17 a 21 dnů fermentace byla vždy část finálního fermentu odebrána a nahrazena stejným objemem mléčného fermentu.

100 litrů sledován po dobu 33 dnů, kdy byly průběžně odebrány vzorky a sledována distribuce hlavních složek. Startovací objem upraveného mléčného syrovátkového fermentu byl 50 litrů. Po dosažení minimální cílové koncentrace kyseliny propionové ve fermentu kolem 3 % byla mezi 4. a 21. dnem fermentace vždy část finálního fermentu odebrána a nahrazena stejným objemem čerstvého mléčného fermentu.

Jak je patrné ze získaných dat, tímto způsobem lze výrazně efektivněji získat požadovaný produkt obsahující více než 3 % kyseliny propionové bez rizika převážení mléčného kvašení nad propionovým. To je zajištěno díky minimálnímu obsahu laktózy a příp. i glukózy v mléčném fermentu. Požadované koncentrace k. propionové bylo dosaženo již po 4 dnech. Při dodržení hygieny a správného dávkování čerstvého mléčného fermentu, průběžného odebrání finálního produktu a udržování vhodného rozmezí pH, by bylo možné provozovat fermentaci po několik týdnů bez nutnosti opakované přípravy inokula, mikrofiltrace suroviny atd., jako je nutné ve vsádkové fermentaci. Produktivita výroby by byla několikanásobně vyšší. Další zvýšení efektivity výroby a snížení výrobních nákladů by přineslo zavedení kontinuální fermentace v obou fázích procesu, jak mléčného, tak i propionového kvašení.

V dalších fermentačních pokusech byla testována možnost semikontinuální přeměny nijak neupravené, kyselé, zahuštěné syrovátky na antifungální propionový ferment s využitím již vytvořeného fermentu se stále aktivními bakteriemi propionového kvašení. Ve fermentační nádobě o objemu 100 litrů byla založena fermentace (MF10) s využitím 50 litrů propionového fermentu MF9 s přidavkem 6 litrů kyselé, zahuštěné syrovátky. Časový průběh této fermentace je znázorněn



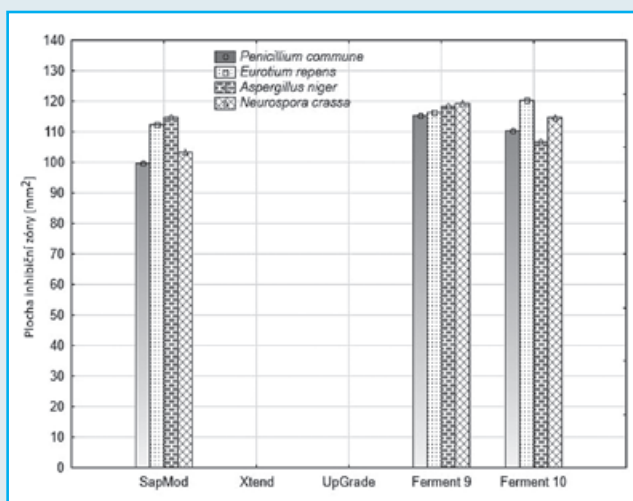
Obr. 4 Časový průběh semikontinuální fermentace nijak neupravené, kyselé zahuštěné syrovátky s využitím fermentu MF9 se stále aktivními bakteriemi kmene *Propionibacterium freudenreichii* CCM 8774. Během 2, 6 a 9 dne byla vždy odčerpána část finálního fermentu a nahrazena stejným objemem neupravené kyselé syrovátky.

na obrázku 4. Semikontinuální fermentace probíhala tak, že průběžně (2, 6 a 9 den) byl odčerpáván finální ferment a nahrazován stejným objemem neupravené, kyselé syrovátky. Odváděný ferment si drží vysoké koncentrace k. propionové (kolem 5 %), což svědčí o rychlé a úspěšné fermentaci kyseliny mléčné dodávané ze syrovátkového substrátu.

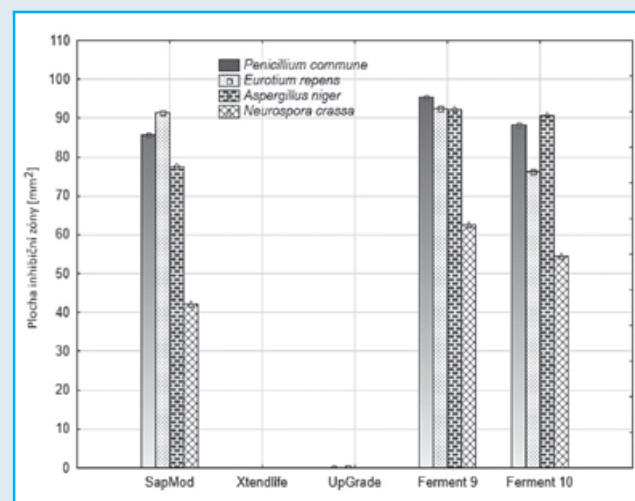
Dle získaných dat se tento postup ukazuje být velmi přínosným z hlediska urychlení a dalšího zjednodušení celého procesu přípravy fermentu, kdy odpadá časově náročná příprava mléčného fermentu a je využito již dříve připraveného a stále aktivního propionového fermentu.

Testování antifungální aktivity syrovátkových fermentů a komerčních přípravků

Během experimentu byl vyhodnocen (pomocí testů *in vitro*) vliv tří komerčních přípravků s deklarovaným antifungálním účinkem a dvou fermentů s obsahem propionátu vůči čtyřem druhům rychle rostoucích plísní vyskytujících se v pekárenských provozech. Celková plocha Petriho misky činí 280,3 mm² a jedna jamka po korkovrtu má plochu 78,5 mm². Z těchto hodnot jsme vycházeli při výpočtu čisté plochy na Petriho miskách. Z výsledků testů je zřejmé, že při testování antifungální aktivity *in vitro* hrají důležitou roli faktory jako je: použité médium, koncentrace spór, druh testované plísně, čas a teplota. Vzhledem k tomu, že jsme se zaměřili na testování druhů plísní s rychlou kolonizační schopností, bylo i statisticky vyhodnoceno, že druh plísně v těchto testech neměl vliv na plochu inhibičních zón. Ostatní testované faktory, jako doba experimentu a přípravek s antifungálním efektem, průkazně ovlivnily velikost inhibiční zóny. Na základě předchozích experimentů jsme vycházeli z toho, že optimální koncentrace spór z hlediska metodického je 1x10⁵/ml. Z obrázku 5 je patrné, že dva komerční přípravky neprokázaly během 48 hodin žádný inhibiční účinek na růst a vývoj plísní. Přípravek Sapore Molderator® a oba testované fermenty zamezily růstu mycelia. Ferment MF9 inhiboval všechny druhy plísní téměř na stejné úrovni, velikost inhibiční zóny se pohybovala od 110-120 mm². Po pěti dnech experimentu se velikost inhibičních zón mírně zmenšila, ale výsledek ve smyslu účinnosti jednotlivých přípravků a fermentů zůstává stejný (znázorněno na obrázku 6). I když testy *in vitro* jednoznačně ukazují na efektivní antifungální účinky syrovátkových fermentů, je třeba zmínit, že experimenty *in vitro* zvyhodňují plísně i co do kvantity použitého inokula, tak i charakterem kultivačních médií a vlhkostí prostředí. Navíc, pekárenské přípravky s antifungálním účinkem jsou v sypké



Obr. 5 Velikost inhibičních zón (mm²) na Petriho misce (90 mm) na MEA po 48 hodinách kultivace při testování inhibičního efektu vybraných komerčních přípravků a fermentů s obsahem propionátu u vybraných druhů plísní.



Obr. 6 Velikost inhibičních zón (mm²) na Petriho misce (90 mm) na MEA po 5 dnech kultivace při testování inhibičního efektu vybraných komerčních přípravků a fermentů s obsahem propionátu u vybraných druhů plísní.

formě pro snadnou aplikaci v provozech. Některé obsahují bakterie mléčného kvašení či kvasinky s deklarovaným antifungálním účinkem. Než tyto organismy během testů *in vitro* narostou do efektivního množství, je růst a vývoj plísně již v procesu. Fermenty jsou ve formě tekuté a z praktického hlediska se pak při jejich použití musí upravovat receptura výrobku. Jejich antifungální aktivita spočívá v synergickém účinku organických kyselin a pH (Devlieghere a kol., 2017; Kavková a kol., 2017). Při antifungálních testech se propionát do agaru uvolňuje snadněji, než u komerčních sypkých přípravků, kde je pevně vázán na ve vodě nerozpustné nosiče. Nicméně, praktické pečné zkoušky v minulých letech jasně prokázaly (Kavková a kol., 2017), že syrovátkové fermenty s obsahem propionátu prodloužily trvanlivost toustových chlebů ve srovnání s přidavkem uvedených protektivních přípravků zcela jednoznačně.

Závěr

Za účelem dosažení požadovaných koncentrací antifungálních látek (k. propionová, mléčná a octová) v syrovátkovém fermentu byla oproti minulým studiím nově testována možnost použití dvoufázové fermentace v semikontinuálním provedení. Tímto způsobem lze ve druhé fázi fermentace požadované koncentrace k. propionové kolem 3 % dosáhnout již po 4 dnech. Další fermentační pokusy byly orientovány na možnost semikontinuální fermentace nijak neupravené (nemikrofiltrované), kyselé, zahuštěné syrovátky na antifungální propionový ferment s využitím fermentu se stále aktivními propionibakteriemi. Tento postup se ukazuje být velmi přínosným z hlediska urychlení a dalšího zjednodušení celého procesu přípravy fermentu.

Ve druhé části práce byl srovnáván antifungální efekt připravených fermentů s obsahem propionátu a tří komerčních přípravků určených pro pekárství v *in vitro* testech vůči čtyřem druhům rychle rostoucích plísní vyskytujících se v pekárských provozech. V rámci *in vitro* testování bylo zjištěno, že dva komerční přípravky (XtendLife® a UpGrade®) neprokázaly žádný inhibiční účinek na růst a vývoj plísní. Přípravek Sapore Moldeator® a oba testované fermenty naopak růstu mycelia zamezily.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství ČR v rámci projektu QJ1510341 a institucionální podpory MZE-RO1418 (DKRVO).

Literatura

- BARUKČIČ I., BOŽANIČ R., KULOZIK U. (2014): Effect of pore size and process temperature on flux, microbial reduction and fouling mechanisms during sweet whey cross-flow microfiltration by ceramic membranes. *International Dairy Journal*, 39, s. 8-15.
- DEVLIEGHERE F., VROMAN A., AECKHOUT M. (2017): Antifungal activity of fermentates and their potential to replace propionate in bread. *Food Science and Technology*, 76, s. 101-107.

- DRÁB V., DRBOHLAV J., KAVKOVÁ M. (2016): Antifungálně aktivní přípravek na bázi fermentované syrovátky. PUV 29778 ze dne 13. 9. 2016, MPT: A 23 C 21/08, A 23 C 21/02, A 21 D 2/08, A 23 L 3/3463.
- Fernández García L., Álvarez Blanco S., Riera Rodríguez F. A. (2013): Microfiltration applied to dairy streams: Removal of bacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, s. 187-196.
- JELIČIČ I., BOŽANIČ R., TRATNIK L. (2008): Whey based beverages a new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58, s. 257-274.
- KAVKOVA M., DRAB V., DRBOHLAV J., HAVELKOVA D. (2017): Antifungal effect and pilot application of whey ferment in toast bread. *Mlékařské listy*, 28, s. 9-13.
- LAVERMICOCCA P., VALERIO F., VISCONTI A. (2003): Antifungal activity of phenyllactic acid against molds isolated from bakery products. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, s. 634-640.
- PARRIS N., PURCELL J. M., PTASHKIN, S. M. (1991): Thermal denaturation of whey proteins in skim milk. *Journal of Agricultural and Food Science*, 39, s. 2167-2170.
- REKTOR, A., VATAI, G. (2004): Membrane filtration of Mozzarella whey. *Desalination*, 162, s. 279-286.
- SUHR K. I., NIELSEN P. V. (2004): Effect of weak acid preservatives on growth of bakery product spoilage fungi at different water activities and pH. *International Journal of Food Microbiology*, 95, s. 67-78.

Korespondující autor: Mgr. Ladislav Bár,

Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Soběslavská 841,
390 02 Tábor, e-mail: l.bar@vum-tabor.cz

Přijato do tisku: 15. 4. 2019

Lektorováno: 28. 5. 2019

AKTUÁLNÍ POHLED NA PASTERACI MLÉKA

Milada Pločková, Šárka Horáčková

Ústav mléka, tuků a kosmetiky, VŠCHT v Praze

Current view of milk pasteurization

Abstrakt

Pasterace mléka se používá v průmyslové praxi od konce 19. století a má zásadní vliv na bezpečnost mléka z pohledu alimentárních onemocnění a prodloužení trvanlivosti čerstvého mléka. V příspěvku jsou shrnuty aktuální poznatky získané z materiálů Mezinárodní mlékařské federace o vlivu pasterace na jednotlivé skupiny zdravotně a technologicky nežádoucích mikroorganismů, které se mohou vyskytovat v syrovém mléce, a o vlivu na nutriční hodnotu mléčných bílkovin, tuku, vitaminů a antimikrobiálních látek.

Klíčová slova: mikroorganismy syrového mléka, pasterované mléko, nutriční hodnota

Abstract

Milk pasteurization has been used in industrial practice since the late 19th century and has a major impact on milk safety from the perspective of foodborne dis-